

**KLASIFIKASI SEL DARAH MERAH TERINFEKSI PARASIT  
MALARIA MENGGUNAKAN *GRAY-LEVEL CO-OCCURRENCE*  
*MATRIX* DAN *EXTREME LEARNING MACHINE***



**SKRIPSI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun Oleh**

**WAHYU SASANGKA ADI**

**24010315140090**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Sasangka Adi

NIM : 24010315140090

Judul : Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 6 November 2019

Yang Menyatakan



Wahyu Sasangka Adi

24010315140090

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*

Nama : Wahyu Sasangka Adi

NIM : 24010315140090

Telah diujikan pada sidang skripsi dan dinyatakan lulus pada tanggal **18 Oktober 2019**.

Semarang, 6 November 2019

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika

FSM UAD



Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom  
NIP. 198104202005012001

Ketua Penguji Skripsi,



Drs. Eko Adi Sarwoko, M.Kom  
NIP. 196511071992031003

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*

Nama : Wahyu Sasangka Adi

NIM : 24010315140090

Telah diujikan pada sidang skripsi pada tanggal **18 Oktober 2019**.

Semarang, 6 November 2019

Dosen Pembimbing



Aris Sugiharto, S.Si, M.Kom.

NIP. 197108111997021004

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*” sehingga memperoleh gelar sarjana strata satu pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika pada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Atas peran sertanya dalam membantu penyelesaian skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Widowati, S.Si, M.Si, selaku Dekan FSM UNDIP.
2. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika.
3. Panji Wisnu Wirawan, ST, MT, selaku Koordinator Skripsi.
4. Aris Sugiharto, S.Si, M.Kom, selaku dosen pembimbing.
5. Semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Semarang, 6 November 2019

Penulis,



Wahyu Sasangka Adi

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Sasangka Adi  
NIM : 24010315140090  
Program Studi : Informatika  
Departemen : Ilmu Komputer/ Informatika  
Fakultas : Sains dan Matematika  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) kepada Universitas Diponegoro atas karya ilmiah saya yang berjudul:

*Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan Gray-Level Co-Occurrence Matrix dan Extreme Learning Machine*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 6 November 2019

METERAI  
TEMPEL  
18306ADF914512042  
6000  
ENAM RIBURUPIAH  
Wahyu Sasangka Adi  
24010315140090

## ABSTRAK

Sel darah merah manusia dapat digunakan untuk mengetahui seseorang terinfeksi malaria. Selama ini teknologi untuk mengetahui seseorang terindikasi malaria masih dibutuhkan tenaga medis sehingga memerlukan waktu cukup lama. Sementara itu salah satu algoritma Jaringan Saraf Tiruan (JST), yaitu *Extreme Learning Machine* (ELM) dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan *input* berupa citra sel darah merah. ELM dipilih karena memiliki kecepatan pembelajaran yang cepat. Metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) untuk mengetahui ciri tekstur sel darah merah yang terinfeksi atau tidak. Pada penelitian ini digunakan dataset *National Library of Medicine* (NLM) yang terdiri dari 2 kelas sel darah merah, *infected* dan *uninfected*. Setelah dilakukan eksperimen diperoleh rata-rata *accuracy* sebesar 99,56%, *sensitivity* 99,56%, dan *specificity* 99,57% pada pengujian menggunakan ELM dengan fungsi aktivasi *tribas* (*Triangular Basis Function*).

**Kata kunci** : ELM, *Gray-Level Co-Occurrence Matrix*, Jaringan Saraf Tiruan, Malaria, NLM.

## ABSTRACT

Human red blood cells can be used to determine whether a person is infected or not with malaria. So far, the technology to find out someone infected with malaria requires an expert at medical check up that is still requires a long time. Meanwhile, one of the Artificial Neural Network (ANN) algorithms, namely Extreme Learning Machine (ELM) can be used to solve this problem by using *input* in the form of red blood cell images. ELM was chosen because it has a fast learning speed. The Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM) feature extraction is also used to determine the texture characteristics of infected or not red blood cells. In this study the National Library of Medicine (NLM) dataset consists of 2 classes of red blood cells, infected and uninfected. Obtained an *accuracy* of 99,56%, *sensitivity* 99,56%, and 99,57% *specificity* in testing using ELM with activation function *tribas* (*Triangular Basis Function*).

**Keywords:** Artificial Neural Networks, ELM, Gray-Level Co-Occurrence Matrix, Malaria, NLM.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR KODE SUMBER.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Perkembangan Penelitian Terkait <i>Extreme Learning Machine</i> dan Sel Parasit Malaria pada Sel Darah Merah Manusia.....	6
2.2. Malaria.....	8
2.3. Citra.....	9
2.3.1. Citra RGB.....	9
2.3.2. Citra XYZ.....	9
2.3.3. Citra CIELAB.....	10

2.3.4. Citra <i>Grayscale</i> .....	11
2.4. <i>Preprocessing</i> .....	12
2.4.1. Segmentasi .....	12
2.4.2. <i>Grayscale</i> .....	13
2.4.3. Normalisasi ukuran .....	13
2.5. Ekstraksi Fitur .....	14
2.5.1. Gray Level Co-Occurance Matrix .....	14
2.6. Jaringan Saraf Tiruan .....	15
2.7. <i>Extreme Learning Machine</i> .....	18
2.8. <i>K-fold Cross Validation</i> .....	20
2.9. <i>Confusion Matrix</i> .....	20
2.10. Pengembangan Perangkat Lunak .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1. Pengambilan Data .....	24
3.2. <i>Preprocessing</i> .....	25
3.2.1. Segmentasi .....	26
3.2.2. <i>Grayscale</i> .....	34
3.2.3. Normalisasi Ukuran Citra .....	35
3.3. Ekstraksi Fitur .....	36
3.4. Pelatihan <i>Extreme Learning Machine</i> .....	41
3.5. Pengujian <i>Extreme Learning Machine</i> .....	44
3.6. Contoh Perhitungan Pelatihan Klasifikasi .....	46
3.7. Perhitungan <i>Accuracy</i> , <i>Sensitivity</i> , dan <i>Specificity</i> .....	50
3.8. Implementasi Klasifikasi Sel Darah Merah Manusia .....	51
3.8.1. Analisis Aplikasi .....	52
3.8.2. Perancangan Aplikasi .....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>56</b>
4.1. Hasil Implementasi Model .....	56
4.1.1. Lingkungan Implementasi .....	56

4.1.2. Implementasi Antarmuka.....	56
4.1.3. Pengujian Fungsional Aplikasi .....	58
4.2. Skenario Pengujian.....	58
4.2.1. Skenario 1 .....	58
4.2.2. Skenario 2.....	58
4.2.3. Skenario 3 .....	59
4.2.4. Skenario 4.....	59
4.3. Pembahasan Skenario Pengujian.....	59
4.3.1. Pembahasan Skenario 1 .....	59
4.3.2. Pembahasan Skenario 2 .....	62
4.3.3. Pembahasan Skenario 3 .....	65
4.3.4. Pembahasan Skenario 4 .....	68
4.4. Analisa Hasil Semua Skenario .....	70
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>73</b>
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Citra RGB dan XYZ .....	10
Gambar 2. 2 Contoh Citra RGB dan Citra CIELAB .....	11
Gambar 2. 3 Perbandingan Citra RGB dengan Citra <i>Grayscale</i> .....	11
Gambar 2. 4 Model Struktur JST.....	16
Gambar 2. 5 Arsitektur Lapisan Tunggal (Wuryandari and Afrianto, 2012) .....	17
Gambar 2. 6 Arsitektur Lapisan Jamak (Wuryandari & Afrianto, 2012).....	17
Gambar 2. 7 Arsitektur Lapisan Kompetitif (Wuryandari & Afrianto, 2012) .....	18
Gambar 2. 8 Arsitektur Jaringan ELM (Tissera and McDonnell, 2016).....	18
Gambar 2. 9 <i>Waterfall Model</i> (Sommerville, 2011).....	21
Gambar 3. 1 Alur Garis Besar Penyelesaian Masalah.....	23
Gambar 3. 2 <i>Flowchart Preprocessing</i> .....	25
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Segmentasi .....	26
Gambar 3. 4 Citra Sel Darah Merah .....	26
Gambar 3. 5 Proses Konversi Citra RGB ke Citra XYZ.....	28
Gambar 3. 6 Proses Konversi Citra XYZ ke Citra CIELAB.....	29
Gambar 3. 7 Citra CIELAB.....	30
Gambar 3. 8 Citra Hasil <i>K-Means Clustering</i> .....	33
Gambar 3. 9 Proses Segmentasi .....	34
Gambar 3. 10 <i>Flowchart Grayscale</i> .....	34
Gambar 3. 11 Ilustrasi Perhitungan <i>Grayscale</i> .....	35
Gambar 3. 12 Proses <i>Grayscale</i> .....	35
Gambar 3. 13 Proses <i>Resize</i> .....	35
Gambar 3. 14 <i>Flowchart</i> Normalisasi Ukuran Citra Menjadi 50x50 Piksel .....	36
Gambar 3. 15 <i>Flowchart</i> GLCM .....	36
Gambar 3. 16 Citra <i>Grayscale</i> rentang 1-4.....	37
Gambar 3. 17 Sudut yang digunakan pada matriks GLCM .....	38
Gambar 3. 18 Arsitektur ELM dalam Penelitian Ini .....	42
Gambar 3. 19 <i>Flowchart</i> Pelatihan pada ELM.....	43
Gambar 3. 20 <i>Flowchart</i> Pengujian pada ELM.....	45
Gambar 3. 21 <i>Flowchart</i> proses klasifikasi sel darah merah.....	52
Gambar 3. 22 <i>Data Context Diagram</i> klasifikasi sel darah merah manusia .....	53

Gambar 3. 23 <i>Data Flow Diagram</i> klasifikasi sel darah merah .....	54
Gambar 3. 24 Tampilan jendela implementasi .....	55
Gambar 4. 1 Antarmuka sistem awal sebelum <i>input</i> data .....	57
Gambar 4. 2 Antarmuka hasil setelah <i>input</i> data dan klasifikasi.....	57
Gambar 4. 3 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>accuracy</i> skenario 1 .....	61
Gambar 4. 4 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>sensitivity</i> skenario 1 .....	61
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>specificity</i> skenario 1 .....	62
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>accuracy</i> skenario 2 .....	64
Gambar 4. 7 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>sensitivity</i> skenario 2.....	64
Gambar 4. 8 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>specificity</i> skenario 2 .....	65
Gambar 4. 9 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>accuracy</i> skenario 3 .....	67
Gambar 4. 10 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>sensitivity</i> skenario 3.....	67
Gambar 4. 11 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>specificity</i> skenario 3 .....	67
Gambar 4. 12 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>accuracy</i> skenario 4.....	69
Gambar 4. 13 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>sensitivity</i> skenario 4.....	69
Gambar 4. 14 Grafik pengaruh <i>hidden neuron</i> pada <i>specificity</i> skenario 4 .....	70
Gambar 4. 15 Grafik hasil <i>accuracy</i> terbaik setiap skenario.....	71
Gambar 4. 16 Grafik hasil <i>sensitivity</i> terbaik setiap skenario .....	71
Gambar 4. 17 Grafik hasil <i>specificity</i> terbaik setiap skenario .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian mengenai <i>Extreme Learning Machine</i> .....	6
Tabel 2. 2 Penelitian mengenai Deteksi dan Klasifikasi Sel Darah Merah.....	7
Tabel 2. 3 Tabel <i>Confusion Matrix</i> .....	21
Tabel 3. 1 Contoh Citra untuk Setiap Kelas Sel Darah Merah pada Dataset IRB#12972...	24
Tabel 3. 2 <i>Framework</i> Rentang 1-4.....	37
Tabel 3. 3 <i>Co-Occurance Matrix</i> .....	38
Tabel 3. 4 Hasil <i>Transpose Co-Occurance Matrix</i> .....	38
Tabel 3. 5 Matriks Simetris .....	39
Tabel 3. 6 Matriks Normalisasi .....	39
Tabel 3. 7 Matriks <i>Contrast</i> .....	40
Tabel 3. 8 Matriks <i>Correlation</i> .....	40
Tabel 3. 9 Matriks <i>Energy</i> .....	41
Tabel 3. 10 Matriks <i>Homogeneity</i> .....	41
Tabel 3. 11 Contoh Hasil Ekstraksi Fitur GLCM pada 1 Citra .....	41
Tabel 3. 12 Data Hasil Ekstraksi Fitur .....	42
Tabel 3. 13 Data Pelatihan.....	46
Tabel 3. 14 Contoh perhitungan <i>confusion matrix</i> .....	51
Tabel 3. 15 Kebutuhan fungsional aplikasi .....	53
Tabel 3. 16 Kebutuhan non-fungsional aplikasi.....	53
Tabel 4. 1 Rancangan rencana pengujian .....	58
Tabel 4. 2 Hasil <i>accuracy</i> Skenario 1.....	60
Tabel 4. 3 Hasil <i>sensitivity</i> Skenario 1 .....	60
Tabel 4. 4 Hasil <i>specificity</i> Skenario 1 .....	60
Tabel 4. 5 Hasil <i>accuracy</i> Skenario 2.....	62
Tabel 4. 6 Hasil <i>sensitivity</i> Skenario 2 .....	63
Tabel 4. 7 Hasil <i>specificity</i> Skenario 2 .....	63
Tabel 4. 8 Hasil <i>accuracy</i> Skenario 3.....	65
Tabel 4. 9 Hasil <i>sensitivity</i> Skenario 3 .....	66
Tabel 4. 10 Hasil <i>specificity</i> Skenario 3 .....	66
Tabel 4. 11 Hasil <i>accuracy</i> Skenario 4.....	68
Tabel 4. 12 Hasil <i>sensitivity</i> Skenario 4 .....	68

Tabel 4. 13 Hasil <i>specificity</i> Skenario 4 .....	68
Tabel 4. 14 Hasil perhitungan terbaik setiap skenario.....	71

## DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 3. 1 .....	33
------------------------	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab pendahuluan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan Skripsi mengenai Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*.

### 1.1. Latar Belakang

Malaria adalah penyakit menular yang ditularkan oleh nyamuk berjenis *Anopheles* betina melalui gigitannya yang mengandung parasit *Plasmodium*. Penyakit ini tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, termasuk sebagian besar Afrika Sub-Sahara, Asia, dan Amerika. Di dalam tubuh manusia, parasit berkembang biak di organ hati, kemudian menginfeksi sel darah merah (fase eritrositik). Gejala malaria termasuk demam, sakit kepala, dan terkadang disertai muntah, akan muncul antara 10 dan 15 hari setelah gigitan nyamuk. Jika tidak diobati, malaria dapat dengan cepat mengancam jiwa dengan mengganggu suplai darah yang menuju ke organ-organ vital manusia (Ghosh et al., 2011). Ahli mikroskop pada umumnya memeriksa apusan darah (*blood smears*) tebal dan tipis untuk mendiagnosis penyakit dan menghitung parasitemia. Apusan darah tebal membantu dalam mendeteksi keberadaan parasit, sedangkan apusan darah tipis membantu mengidentifikasi spesies parasit yang menyebabkan infeksi (Rajaraman et al., 2018).

Teknik untuk mengetahui adanya sel parasit malaria pada sel darah merah manusia masih menggunakan tenaga kesehatan terlatih. Seiring berkembangnya zaman, teknologi deteksi dapat menggunakan *image processing*. Jadi, dengan mempelajari sifat fisik mereka dapat sangat berkontribusi untuk memahami dan memungkinkan adanya pengobatan terbaru untuk penyakit tersebut. Dengan demikian, teknik komputasi canggih yang baru sangat berharga untuk menentukan dan membedakan antara sel darah merah yang sehat dan yang sakit (Pandit and Anand, 2016).

Beberapa penelitian telah memakai beberapa ekstraksi fitur untuk meneliti tentang sel darah merah yang bertujuan untuk mengetahui adanya sel parasit malaria atau tidak ada pada sel darah merah. Dalam penelitian (Nugroho et al., 2015) menggunakan ekstraksi fitur *Histogram-based feature* dengan menggunakan 7 fitur aktif yang ada di dalamnya seperti, *mean*, *standard deviation*, *skewness*, *energy*, *entropy*, *smoothness*, dan *kurtosis*. Didapatkan

hasil *accuracy* 87,8%, *sensitivity* 81,7%, dan *specificity* 90,8%. Lalu dalam penelitian yang dilakukan oleh (Das et al., 2013) menggunakan ekstraksi fitur *Local Binary Pattern* yaitu fitur tekstur dengan menggambarkan *local neighborhood* untuk citra skala abu-abu (Muthu Rama Krishnan et al., 2011; Ojala et al., 2002) dan dengan mempertimbangkan nilai *circular neighborhood* dan interpolasi melingkar untuk perhitungan LBP. Di dalam penelitian tersebut didapatkan nilai *accuracy* 84%, nilai *sensitivity* 98,10% dan nilai *specificity* 68,91%.

Ekstraksi fitur GLCM (*Gray Level Co-Occurance Matrix*) digunakan dalam penelitian ini. GLCM merupakan ekstraksi fitur yang dapat mengenali tekstur dari sebuah citra yang cukup baik karena hanya memerlukan 1 kanal warna yaitu *grayscale* dengan demikian waktu komputasi untuk mengekstrak fitur dari suatu citra cukup baik. Citra abu-abu diperlukan untuk dapat mengenali tekstur citra sel darah merah yang diteliti, dengan demikian terbentuk area kerja dari masukan sesuai dengan derajat keabuan citra. Kemudian dibentuk *co-ocurance matrix* yang dihasilkan dari 4 sudut orientasi spasial ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ) pada GLCM. Dilanjutkan dengan membuat matriks simetris dan matriks normalisasi. Lalu dilakukan penghitungan nilai statistik fitur dengan memanfaatkan 4 fitur aktif yang ada yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

Untuk dapat melakukan klasifikasi sel darah merah dalam penelitian ini diterapkan sistem cerdas dan pembelajaran mesin dengan menggunakan citra sel darah merah. Mesin diharapkan dapat mempelajari beberapa ciri khusus sel darah merah yang terinfeksi dan tidak terinfeksi sel parasit malaria.

Ada beberapa jenis metode klasifikasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi atau mengklasifikasikan sel darah merah. (Afkhami and Heram-Abadi, 2017) menggunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *sigmoid* dapat menemukan bidang citra yang optimal untuk dapat memisahkan *cluster* vektor dengan cara sedemikian rupa sehingga *case* dengan satu kategori dari variabel target berada pada satu bidang dan *case* dengan kategori lain berada di sisi lain bidang citra. Dalam penelitian tersebut didapatkan *accuracy* 97,12%. (Malihi et al., 2013) dengan menggunakan KNN sebagai metode klasifikasinya untuk menemukan kelas yang terkait dengan vektor fitur F, pada awalnya, kelas yang terkait dengan vektor data pelatihan K terdekat dari vektor F (sesuai dengan jarak standar *Euclidean*) telah ditentukan (Theodoridis and Koutroumbas, 2001). Kelas yang terkait dengan lebih banyak vektor ditentukan sebagai kelas yang terkait dengan vektor F. Dengan metode klasifikasi tersebut didapatkan *accuracy* 91%. Selain kedua metode yang digunakan pada masing-masing penelitian tersebut, ada metode

klasifikasi ELM dengan fungsi aktivasi sigmoid untuk penelitian klasifikasi sel darah merah terinfeksi atau tidak terinfeksi sel parasit malaria didapatkan *accuracy* 94%, *specificity* 95%, dan *sensitivity* 96%. ELM mempunyai kemampuan untuk mengklasifikasikan wilayah yang terpisah dan waktu komputasi yang lebih singkat (Shirazi et al., 2018).

Pada penelitian ini digunakan metode ELM (*Extreme Learning Machine*). ELM merupakan algoritma baru yang terdapat dalam Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang hanya memiliki satu *hidden layer* atau *single-hidden layer feedforward neural networks* (SLFNs) yang secara acak memilih node-node tersembunyi dan secara analitis menentukan bobot keluaran dari SLFNs (Huang et al., 2006). ELM mempunyai kelebihan dalam kecepatan pembelajaran yang baik dan keakuratan klasifikasi yang tinggi (Chuan-Min Zhai and Ji-Xiang Du, 2008). Algoritma ELM dapat memberikan kinerja pembelajaran yang cepat karena semua parameter tidak ditentukan secara manual, namun ditentukan secara random sehingga meningkatkan *learning speed* yang lebih baik. Pada penelitian ini dilakukan pembelajaran citra sel darah merah untuk dapat menghasilkan bobot dan bias yang nantinya digunakan dalam proses pengujian. Fungsi aktivasi yang diterapkan didalam ELM ini adalah *Triangular Basis Function* (tribas).

Dengan demikian berdasarkan uraian di atas, penelitian ini melakukan klasifikasi sel darah merah dengan menggunakan ekstraksi fitur GLCM dan ELM sebagai *classifier* dengan fungsi aktivasi tribas.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana meningkatkan kinerja klasifikasi citra sel darah merah yang terinfeksi parasit malaria dengan menggunakan algoritma *K-Means Clustering* sebagai proses segmentasi, *Gray Level Co-Occurance Matrix* sebagai ekstraksi fitur, dan *Extreme Learning Machine* sebagai metode klasifikasi.

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan umum yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menentukan arsitektur terbaik untuk melakukan klasifikasi sel darah merah terinfeksi parasit malaria menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine*. Secara lebih merinci, tujuan tersebut dapat dijabarkan ke dalam beberapa tujuan khusus, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh segmentasi citra sel darah merah pada hasil klasifikasi.
2. Mengetahui pengaruh Gray Level Co Occurance Matrix sebagai ekstraksi fitur yang digunakan untuk klasifikasi sel darah merah.

3. Mengetahui arsitektur dari *Extreme Learning Machine* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi sel darah merah.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah penerapan model yang telah dikembangkan dapat memberikan kontribusi terhadap penelitian terkait klasifikasi sel darah merah manusia yang dapat menjadi pandangan untuk penelitian-penelitian sejenis selanjutnya.

#### **1.4. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam melaksanakan penelitian tentang Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine* adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah *thin blood smear images* yang dipublikasikan oleh National Library of Medicine (NLM) pada tahun 2015 (IRB#12972).
2. Sel darah merah manusia yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 tipe kondisi sel-nya yaitu *infected* dan *uninfected*.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan dalam laporan Skripsi tentang Klasifikasi Sel Darah Merah Terinfeksi Parasit Malaria Menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* dan *Extreme Learning Machine* terbagi menjadi beberapa pokok bahasan, yaitu :

##### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang keseluruhan dari teori-teori yang digunakan dalam penelitian.

##### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menyajikan tahapan penelitian dimulai dengan garis besar penyelesaian masalah dalam bentuk blok proses. Garis besar penyelesaian masalah dimulai dengan *preprocessing* seperti segmentasi citra, *grayscale*,

dan normalisasi ukuran citra sel darah merah, ekstraksi fitur menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix*, dan klasifikasi sel darah merah manusia menggunakan *Extreme Learning Machine*.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dimulai dari bagaimana cara pengumpulan data, penjelasan beberapa skenario eksperimen, dan analisa dari hasil eksperimen.

#### BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan uraian yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya beserta dengan saran yang dapat diajukan sebagai modal pengembangan penelitian lebih lanjut.